

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL 2004

Viable Manufacturing System 2004



Peran Teknologi Industri
dalam Pengembangan

“Advanced Manufacturing Technology”

Pasca Krisis

Yogyakarta, 17 Juli 2004

diselenggarakan atas kerja sama:



PT MEGA ANDALAN KALASAN
(Engineering & Manufacturing Company)

didukung oleh:

Prodi Teknik Mesin - Prodi Teknik Industri
Prodi Teknik Kimia - Prodi Teknik Elektro
Jurnal Teknoin

KEPANITIAAN

Penanggung Jawab :

Dekan Fakultas Teknologi Industri UII

Panitia Pengarah :

Pembantu Dekan I/II/III FTI UII

Ketua/Sekretaris Jurusan Teknik Kimia FTI UII

Ketua/Sekretaris Jurusan Teknik Industri FTI UII

Ketua/Sekretaris Jurusan Teknik Mesin FTI UII

Ketua/Sekretaris Jurusan Teknik Elektro FTI UII

Editor :

Asmanto Subagyo

Ali Parkhan

Agus Taufiq

Wahyudi Budi Pramono

Risdiyono

Ketua Panitia :

Agus Taufiq

Sekretaris :

Hartomo

Anggota :

Dwi Ana Ratna Wati

RM. Sisdamanto Adinandra

M. Ridlwan

Tuasikal M. Amin

Suwati

Supardiman

M.Susilo Atmojo

Sarjudi

Dibantu oleh :

Wakil – Wakil Himpunan Mahasiswa TK – TI – TM – TE

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UII

DAFTAR ISI

- 1 – 8 **Nur Aini Masruroh, Tiurma Hermawati**
Pengembangan Model Interaksi antara Manufacturer-Supplier pada Proses New Product Development
- 9 – 14 **Chairul Saleh, Muhammad Ridwan A.P, Arya Setyo H**
Optimasi Common Due Date Mesin Tunggal Sequence Independent Setup Time Melalui Pendekatan Algoritma Genetik
- 15 – 20 **Hari Purnomo**
Komparasi Penentuan Lokasi Fasilitas dengan Menggunakan Pendekatan Kontinyu
- 21 – 26 **Helga Santoso, B. Laksito Purnomo, Hadisantono**
Heuristik Bond Energy Cell Formation Algorithm Untuk Pembentukan Sel Manufaktur
- 27 – 32 **Bambang Tjitro S, Elviera Agustin, Sugiono Winarto**
Perbaikan Fasilitas Kerja dengan Pendekatan Ergonomi pada PT Bumi Jaya, Pasuruan dengan Metode Rapid Upper Limb Assessment (RULA)
- 33 – 42 **Sahlan**
Rancang Bangun Ergonomi Unit Pengering Kokon Ulat Sutera dDengan Konstruksi Aluminium untuk Pengrajin Tenun Sutera
- 43 – 51 **Hartomo, Ivan Zuchaeri, Candra Dewi K**
Estimasi Konsumsi Energi dan Waktu Siklus Kerja Akibat Pengaruh Faktor-Faktor Lingkungan Kerja dengan Metode Jaringan Saraf Tiruan
- 53 – 60 **Ayu Lydi Ferabianie , Dadang Surjasa**
Pengukuran dan Analisa Kualitas Pelayanan dan Produktivitas Kain Kaos pada PT. Argo Beni Manunggal
- 61 – 70 **Zaenal Muttaqien, Ferdy Adji Waskita**
Perancangan Produk Kamera Digital Single Lens Reflex (SLR) Berbasis Kebutuhan dan Keinginan Konsumen
- 71 – 76 **Ami Fauziah**
Sistem Informasi Eksekutif Berbasis Balanced Scorecard
- 77 – 82 **Ayu Bidiawati J.R, Sha'ri bin M. Yusof, M. Shariff bin Nabi Baksh**
Penjadualan Produksi 'Preemption' Menggunakan Priority Dispatching Rules Terhadap Sistem Yang Tergendala

- 83 – 91 **Lily Amelia, Azmi Hasan**
Rancangan Model Fuzzy If Then Rules untuk Mengoptimumkan Proses Pengolahan Minyak Sawit (CPO) pada Stasiun Sterilizer Serta Digester dan Press
- 93 – 98 **Nurwidiana**
Implementasi QFD Dalam Pengembangan Produk dengan Pendekatan Metode Taguchi untuk Mencapai Robust Design
- 99 – 109 **Hari Purnomo**
Rancangan Tata Letak Fasilitas untuk Minimasi Biaya Menggunakan Prosedur Contruction
- 111 – 123 **Inten Tejaasih , Roesfiansjah Rasjidin , Limino**
Pengembangan Model Penjadwalan Mesin Shifting Bottleneck Heuristic pada Kondisi Mesin Paralel dan Keterbatasan Dies untuk Meminimasi Makespan di Lini Press Sub Bisnis Unit (SBU) III PT. Dharma Polimetal
- 125 – 131 **Abdul Hakim Halim, Roesfiansjah Rasjidin**
Pemodelan Biaya Keterkejutan Sistem MRP Sebagai Dampak Ketidakstabilan MPS Berdasarkan Prosedur Jadwal Bergulir (Rolling Schedule)
- 133 – 142 **Purnawan Adi Wicaksono**
Perancangan Ulang Sistem Delivery Supply Studi Kasus pada Assembling Plant PT Toyota Astra Motor
- 143 – 150 **Hartomo, Ratih Setyaningrum**
Analisis Postur Kerja Menggunakan Metode Rapid Upper Limb Assessment (RULA)
- 151 – 156 **Yosephine Suharyanti**
Model Pemanfaatan Kapasitas Stasiun Non-Kendala untuk Peningkatan Kapasitas Lintasan Produksi
- 157 – 164 **Yayuk Ariyani, Benyamin Ardi Kusnanto**
Pemanfaatan Program Dinamis Dalam Perencanaan Kebutuhan Bahan
- 165 – 171 **Nursehan, Luddy Indra Purnama, S. Setio Wigati**
Simulasi Aliran Produk pada Lintasan yang Terotomasi
- 173 – 176 **Tofik Hidayat, Siswiyanti**
Rancang Bangun Mesin Parut Kelapa untuk Skala Rumah Tangga Dengan Mempertimbangkan Faktor Ergonomis

- 177 - 183** **Indah Pratiwi, Sutarto**
Penerapan Distribution Requirement Planning untuk Meminimalkan Biaya Persediaan
- 185 - 192** **Wawan Kurniawan, Ismed Abdurrachman dan Ageng Prabowo**
Usulan Perbaikan Desain Inkubator TSN 910 SC pada PT. Tesena Inovindo
- 193 - 199** **Budiono, Agustinus Fandy Yasin, Roberto Ganis Hascariyo**
Simulasi dan Analisis Sistem Produksi JIT
- 201 - 206** **Kristiana Asih Damayanti**
Eco-Indicator 95 Environment Assessment dalam Proses Perancangan Produk yang Ramah Lngkungan (Design For The Environment)
- 207 - 214** **Parwadi Moengin**
Pendekatan Fungsi Pinalti Kuadratik untuk Menyelesaikan Program Linier
- 215 - 222** **The Jin Ai**
Penentuan Parameter Temperatur Awal dalam Algoritma Simulated Annealing untuk Pembentukan Sel Group Technology
- 223 - 237** **Susanto**
Injury Risk Assesment of CM BED Use Failure Mode and Effect Analysis for System and Design of The Bed
- 239 - 247** **Agus Mansur**
Optimalisasi Biaya Pendistribusian Produk dengan Menggunakan Fuzzy Integer Linear Programming
- 249 - 256** **Henmaidi, Hasfi Rafiq**
Automatic Data Acquisition dalam Menuju Sistem Pergudangan yang Efektif: Studi Kasus Sistem Pergudangan di PT Semen Padang
- 257 - 264** **Heri Setiawan**
Penerapan Metode Taguchi Guna Meningkatkan Kualitas Crumb Rubber pada PT. Sunan Rubber Palembang
- 265 - 275** **Naniek Utami Handayani, Heru Prastawa**
Implementasi Metode Quality Function Deployment (QFD) dalam Upaya Meningkatkan Kualitas Kursi Lipat

Model Pemanfaatan Kapasitas Stasiun Non-Kendala untuk Peningkatan Kapasitas Lintasan Produksi

Yosephine Suharyanti

Laboratorium Sistem Produksi, Program Studi Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Jl. Babarsari 43 Yogyakarta

Telp. +62-274-487711 ext. 2044, Fax. +62-274-485223

E-mail: yosephine@mail.uaaj.ac.id.

Abstract

Capacity enhancing to anticipate consumption increase during post-crisis condition needs a cost-effective strategy because of capital limitation. Facilities addition tends to be avoided. This paper tries to present a strategy to production line capacity enhancing without facilities addition. Previous publications show that production line capacity enhancing using line balancing had been discussed widely. Line capacity enhancing using dynamic re-composition of workstations pursued by product dynamics had been studied already. In this study, production line capacity enhancing is performed under two restrictions. First, facilities addition is not permitted, and second, re-composition of workstations could not be applied. Some workstations in the line, however, could exchange their function. That is why the load of a workstation could be shared to other workstations in order to enhance overall line capacity. The result of this study is a decision model of optimum number in queue upper limit of constrained-workstation. This limit is used as a signal to switch constrained-workstation's load to other workstation. Simulation studies of several hypothetical cases prove that in general, not for all cases, the optimum number in queue upper limits could maximize the line capacity.

Keywords: production line, capacity enhancing, function switching, load sharing, constrained-workstation, optimum number in queue upper limit.

1. Pendahuluan

1.1. Latar belakang

Salah satu dari tujuh hal dapat menjadi kelemahan suatu sistem pasok adalah kapasitas (Christoper dan Lee, 2001). Dengan kapasitas yang cukup, respon terhadap konsumen akan baik dan beban akan dapat diproses dengan wajar (Lee, 2001). Usaha peningkatan kapasitas suatu sistem produksi yang paling mudah adalah dengan penambahan kuantitas sumber daya pada elemen yang menjadi kendala sistem produksi tersebut. Akan tetapi pada kondisi pasca krisis seperti di Indonesia sekarang ini, penambahan kuantitas sumber daya akan cenderung dihindari karena terbatasnya modal. Oleh karena itu diperlukan strategi tertentu agar kapasitas sistem meningkat, tanpa penambahan kuantitas sumber daya.

Usaha-usaha peningkatan kapasitas rantai produksi sudah banyak diteliti, dan secara umum dapat dikategorikan sebagai penugasan kelompok beban (*batching*), penugasan kelompok mesin, atau penyeimbangan lintasan pada sistem produksi *flow shop* (Kusiak, 2000). Penyeimbangan lintasan produksi dilakukan berdasarkan data waktu operasi setiap elemen pekerjaan, dan ini berarti bahwa sejumlah *job* yang hendak dikerjakan haruslah diketahui lebih dahulu sebelum sistem dijalankan. Perubahan sedikit saja atas *job* yang hendak dikerjakan akan berakibat terjadinya ketidakseimbangan beban sepanjang lintasan. Sementara itu tuntutan dinamika pasar membutuhkan kemampuan adaptasi yang juga dinamik dari sebuah sistem produksi. Oleh karena itu, Bartholdi dan Einstein (1995) mengusulkan model TSS untuk peningkatan kapasitas lintasan perakitan manual dengan perubahan posisi operator secara fleksibel sesuai lokasi kendala. Dengan demikian dinamika perubahan *job* dapat diikuti secara fleksibel oleh lintasan produksi dengan sedikit setup, dan sekaligus seluruh tenaga kerja dapat memanfaatkan secara penuh.

Akan tetapi, tidak seperti lintasan perakitan manual yang dikaji oleh Bartholdi dan Einstein (1995), ada kalanya sebuah lintasan produksi tidak dapat secara fleksibel diubah komposisi stasiunnya karena memiliki fasilitas yang letaknya tidak dapat secara fleksibel diubah pula, sementara tuntutan dinamika perubahan *job* tidak dapat dihindari. Perancangan stasiun yang tetap harus dilakukan, akan tetapi tanpa strategi tertentu dinamika perubahan *job* akan mengakibatkan penurunan pemanfaatan kapasitas sebagian sumber daya. Subramaniam et al (2002) mengusulkan maksimasi pemanfaatan kapasitas sistem produksi *job shop* dengan eksploitasi beberapa alternatif rute produksi secara dinamik. Dengan fleksibilitas penugasan rute ini, pembagian beban kerja akan sesuai dengan kapasitas setiap sumber daya. Jika gagasan fleksibilitas fungsi stasiun dari Bartholdi dan Einstein (1995) diramu dengan gagasan fleksibilitas penugasan Subramaniam et al (2002), akan didapat suatu strategi pengendalian produksi yang dapat memberikan peningkatan kapasitas suatu lintasan produksi dengan fasilitas tetap.

1.2. Rumusan Masalah

Sebuah lintasan produksi yang memiliki fasilitas tetap ada kalanya harus difungsikan untuk memproses *job* yang jenisnya berubah secara dinamik, sehingga pada waktu-waktu tertentu pembagian beban antar stasiun tidak sesuai dengan kapasitas yang dimiliki tiap stasiun. Pada waktu-waktu tersebut, ada stasiun yang sibuk (stasiun kendala), ada stasiun yang sering menganggur. Jika pada kondisi tersebut dituntut adanya peningkatan kapasitas, perlu dicari suatu cara untuk memanfaatkan pengangguran pada beberapa stasiun yang mungkin, sehingga dapat dilakukan peningkatan kapasitas tanpa penambahan kuantitas sumber daya.

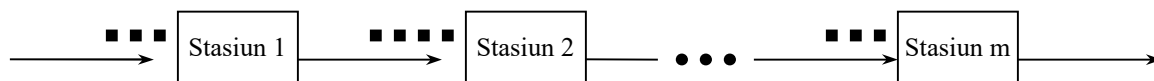
1.3. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan latar belakang dan permasalahan, penelitian ini ditujukan untuk menyusun model matematis pemanfaatan kapasitas stasiun kendala untuk peningkatan kapasitas lintasan produksi. Oleh karena sistem yang dibahas bersifat dinamik dan probabilistik, maka perlu dilakukan pula pengujian keberlakuan model melalui studi simulasi atas beberapa skenario kasus hipotetik.

2. Pembentukan Model

2.1. Gambaran sistem, batasan, dan asumsi

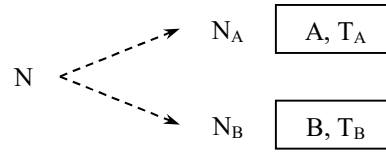
Sistem yang dibahas adalah sebuah lintasan produksi linier seperti ditunjukkan Gambar 1, tidak berbentuk jaringan, yang susunan stasiunnya tidak dapat diubah tetapi beberapa di antara stasiun yang ada dapat saling bertukar fungsi. Jika suatu saat beban dari stasiun A misalnya tinggi, sebagian beban stasiun tersebut dapat dialihkan ke stasiun lain, B misalnya, yang dapat menjalankan fungsi stasiun A meskipun dengan kinerja yang dapat berbeda. Kedatangan *job* dinamik, waktu proses di setiap stasiun random, *job* dikerjakan satu per satu, dan tidak ada *job* yang gagal diproses. Jumlah antrian di depan setiap stasiun tidak dibatasi dan aturan penanganan antrian adalah *first come first serve*. Kinerja setiap mesin dianggap selalu *ajeg*, tidak ada *down time* karena sebab apa pun. Waktu transportasi antar stasiun serta kesulitan transportasi dan penanganan material akibat pengalihan beban dapat diabaikan pengaruhnya.



Gambar 1. Contoh sebuah lintasan produksi linier

2.2. Keseimbangan beban antara dua server

Jika ditinjau dua buah server non identik A dan B yang sama fungsi seperti ditunjukkan Gambar 2, sejumlah N pekerjaan akan dibagi menjadi N_A untuk server A dan N_B untuk server B. Jika N_A terlalu besar, server A akan terlampaui sibuk dibandingkan dengan server B dan sebaliknya. Jika ada ketergantungan antara kedua server, misalkan saja pekerjaan dianggap selesai hanya jika seluruh pekerjaan pada kedua server selesai, maka kondisi optimum tercapai jika beban kedua server seimbang, seperti kaidah dalam *line balancing* (Kusiak, 2000).



Gambar 2. Pembagian beban antara dua server

Keseimbangan beban kedua server dapat dinyatakan dengan persamaan

$$N_A \cdot T_A = N_B \cdot T_B \quad (1)$$

dengan N_A = jumlah pekerjaan untuk server A

N_B = jumlah pekerjaan untuk server B

T_A = waktu operasi pada server A

T_B = waktu operasi pada server B.

Karena $N = N_A + N_B$ maka jika N , T_A , dan T_B diketahui, N_A dan N_B dapat dihitung.

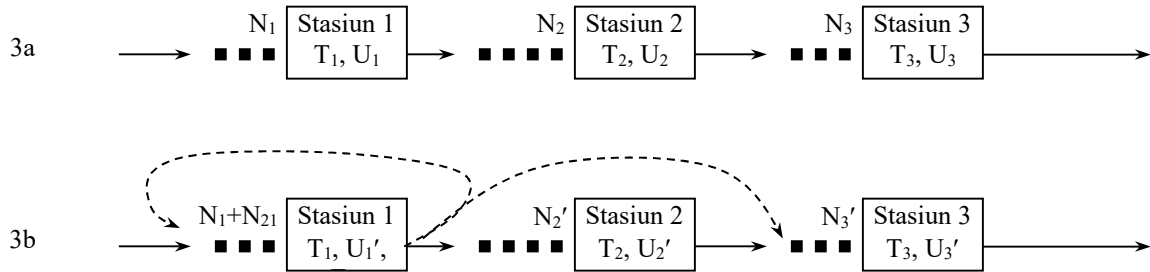
Jika sejumlah N pekerjaan dibagikan pada dua buah server yang telah terbebani oleh pekerjaan lain sehingga kapasitas keduanya telah terutilisasi sebagian, maka persamaan (1) dapat dikembangkan menjadi

$$N_A \cdot T_A + L_A = N_B \cdot T_B + L_B \quad (2)$$

dengan L_A dan L_B berturut-turut adalah beban server A dan server B oleh pekerjaan lain.

2.3. Pembagian beban antara dua stasiun dalam lintasan produksi

Jika ditinjau suatu lintasan produksi yang terdiri dari tiga stasiun seperti ditunjukkan Gambar 3a, dengan Stasiun 2 sebagai stasiun kendala, sementara Stasiun 1 dan Stasiun 3 masih bekerja di bawah kapasitas. Misalkan pada kasus ini Stasiun 1 dapat menggantikan fungsi Stasiun 2, maka kapasitas produksi lintasan dapat ditingkatkan dengan mengalihkan sebagian beban bagi Stasiun 2 ke Stasiun 1. Dengan kata lain sejumlah N_2 pekerjaan yang pada kondisi semula mengantri di depan Stasiun 2 akan dialihkan sebagian, misalnya sejumlah N_{21} , ke Stasiun 1. Dengan demikian pekerjaan yang mengantri di depan Stasiun 2 tinggal sejumlah N_2' . Mekanisme operasi lintasan menjadi seperti diilustrasikan oleh Gambar 3b.



Gambar 3. Pengalihan beban dari stasiun kendala ke stasiun non-kendala

Jika persamaan (2) diberlakukan untuk kasus ini dengan notasi seperti yang digunakan pada Gambar 3 diperoleh persamaan

$$N_{21}T_{21} + N_1T_1 = N_2' T_2 \quad (3)$$

dengan

$$N_2' = N_2 - N_{21} \quad (4)$$

dan N_{21} = jumlah pekerjaan untuk Stasiun 2 yang dialihkan ke Stasiun 1

N_2' = jumlah pekerjaan untuk Stasiun 2 yang tetap diteruskan ke Stasiun 2

N_1 = jumlah pekerjaan untuk Stasiun 1

N_2 = jumlah pekerjaan untuk Stasiun 2

T_{21} = waktu operasi pekerjaan untuk Stasiun 2 di Stasiun 1

T_1 = waktu operasi di Stasiun 1

T_2 = waktu operasi di Stasiun 2

Untuk contoh kasus seperti ditunjukkan oleh Gambar 3, misalkan saja nilai-nilai T_1 , T_2 , T_3 , dan T_{21} deterministik. Mekanisme operasi seperti ditunjukkan Gambar 3b dapat dilakukan dengan membagi pekerjaan begitu saja, mengalihkan sejumlah N_{21} pekerjaan dari total N pekerjaan yang seharusnya memasuki Stasiun 2 ke Stasiun 1. Pada kasus demikian N_1 , N_2 , dan N_3 bernilai sama dengan N . Dengan mengadaptasi persamaan (3) akan diperoleh rasio antara pekerjaan yang dipindah, N_{21} , terhadap total pekerjaan, N , berikut ini.

$$\frac{N_{21}}{N} = \frac{T_2 - T_1}{T_{21} + T_2} \quad (5)$$

Akan tetapi pada sistem nyata seringkali dijumpai waktu operasi bersifat random, sehingga beban bagi setiap stasiun merupakan fungsi dari jumlah antrian pekerjaan di depan setiap stasiun yang juga random. Untuk contoh kasus seperti ditunjukkan oleh Gambar 3, bisa jadi nilai-nilai T_1 , T_2 , T_3 , dan T_{21} merupakan variabel random, sehingga persamaan (3) dan (4) akan lebih tepat dinyatakan dengan

$$\overline{N_{21} T_{21}} + \overline{N_1 T_1} = \overline{N_2' T_2} \quad (6)$$

dan

$$\overline{N_2'} = \overline{N_2} - \overline{N_{21}} \quad (7)$$

dengan $\overline{N_{21}}$ = mean jumlah pekerjaan untuk Stasiun 2 yang dialihkan ke Stasiun 1

$\overline{N_2'}$ = mean jumlah pekerjaan untuk Stasiun 2 yang tetap diteruskan ke Stasiun 2

$\overline{N_1}$ = mean jumlah pekerjaan untuk Stasiun 1

$\overline{N_2}$ = mean jumlah pekerjaan untuk Stasiun 2

$\overline{T_{21}}$ = mean waktu operasi pekerjaan untuk Stasiun 2 di Stasiun 1

$\overline{T_1}$ = mean waktu operasi di Stasiun 1

$\overline{T_2}$ = mean waktu operasi di Stasiun 2

Mekanisme operasi seperti ditunjukkan oleh Gambar 3b tidak dapat dilakukan dengan membagi pekerjaan begitu saja. Yang harus dilakukan adalah melakukan pengendalian dalam proses, dengan mengamati antrian pekerjaan di depan Stasiun 2. Jika jumlah antrian pekerjaan mencapai nilai tertentu, pekerjaan dialihkan ke Stasiun 1, di bawah nilai tersebut pekerjaan tetap akan diteruskan ke Stasiun 2. Pada sistem yang telah mencapai *steady state*, akan terdapat nilai $\overline{N_{2\max}}$ yang merupakan jumlah maksimum antrian pekerjaan di depan Stasiun 2. Kondisi optimum tercapai jika $\overline{N_2}$ turun menjadi $\overline{N_2'}$, atau jika jumlah antrian maksimum di depan Stasiun 2 dibatasi sampai $\overline{N_{2\max}'}$ yang lebih kecil dari $\overline{N_{2\max}}$. Jika diasumsikan sebaran N_2 dan N_2' serupa, maka cukup berdasar jika diduga hubungan antara *mean* dan rerata jumlah antrian pada Stasiun 2 mengikuti persamaan

$$\frac{\overline{N_2}}{\overline{N_{2\max}}} = \frac{\overline{N_2'}}{\overline{N_{2\max}'}} \quad (8)$$

Jika persamaan (6), (7), dan (8) digabung akan diperoleh hubungan antara $\overline{N_{2\max}'}$ dengan parameter-parameter awal sistem sebelum dilakukan pengalihan beban seperti berikut.

$$\overline{N_{2\max}'} = \left(\frac{\overline{N_{2\max}}}{\overline{N_2}} \right) \left(\frac{\overline{N_1 T_1} + \overline{N_2 T_{21}}}{\overline{T_2} + \overline{T_{21}}} \right) \quad (9)$$

Jika dirumuskan dalam bentuk umum, model pengalihan sebagian beban dari satu stasiun kendala ke satu stasiun non-kendala, yang pada intinya adalah keputusan batas maksimum antrian di depan stasiun kendala yang memberikan performansi optimum, adalah seperti yang dinyatakan pada persamaan (10). Untuk selanjutnya model ini disebut dengan model Kapasitas Bersama Dua Stasiun dalam Lintasan (KBDSL).

$$\overline{N_{c\max}'} = \left(\frac{\overline{N_{c\max}}}{\overline{N_c}} \right) \left(\frac{\overline{N_n T_n} + \overline{N_c T_{cn}}}{\overline{T_c} + \overline{T_{cn}}} \right) \quad (10)$$

dengan $\overline{N_{c\max}'}$ = batas maksimum antrian pekerjaan di depan stasiun kendala

$\overline{N_{c\max}}$ = nilai maksimum antrian pekerjaan di depan stasiun kendala pada sistem awal

$\overline{N_c}$ = mean antrian pekerjaan di depan stasiun kendala pada sistem awal

$\overline{N_n}$ = mean antrian pekerjaan di depan stasiun non-kendala pada sistem awal

$$\begin{aligned}\overline{T_c} &= \text{mean waktu operasi di stasiun kendala} \\ \overline{T_n} &= \text{mean waktu operasi di stasiun non-kendala} \\ \overline{T_{cn}} &= \text{mean waktu operasi pekerjaan untuk stasiun kendala di stasiun non-kendala}\end{aligned}$$

3. Penerapan dan Pengujian Model

Model KBDSSL di atas merupakan model analitik untuk kasus dinamik probabilistik yang perumusannya ditarik dari logika kasus statik deterministik. Oleh karena itu perlu dilakukan studi simulasi untuk membuktikan bahwa model ini memang berlaku untuk kasus dinamik probabilistik. Dari beberapa kasus hipotetik, dilakukan simulasi sistem awal untuk mendapatkan data N_{cmax} , $\overline{N_c}$, dan $\overline{N_n}$. Selanjutnya N_{cmax}' dihitung dengan model KBDSSL. Berikutnya dilakukan simulasi sistem baru, yaitu sistem yang telah memberlakukan pembatasan antrian N_{cmax}' . Untuk melihat apakah N_{cmax}' hasil model KBDSSL memberikan performansi terbaik, dievaluasi beberapa nilai N_{cmax}' di sekitar N_{cmax}' hasil model KBDSSL. Simulasi dilakukan dengan bantuan *software* Arena 7.01.

3.1. Skenario kasus

Ada 14 skenario kasus yang digunakan dalam pengujian model KBDSSL. Semua kasus adalah sistem lintasan produksi linier dengan 5 stasiun. Penjelasan mengenai tiap kasus diberikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Skenario kasus untuk pengujian model

Kasus	Stasiun kendala	Stasiun non-kendala	Tipikal kasus
A1	Stasiun 2	Stasiun 1	Pengalihan beban ke predesesor langsung, di awal lintasan
A2	Stasiun 3	Stasiun 2	Pengalihan beban ke predesesor langsung, di tengah lintasan
A3	Stasiun 3	Stasiun 1	Pengalihan beban ke predesesor tidak langsung, selisih 1 stasiun, di awal lintasan
A4	Stasiun 4	Stasiun 2	Pengalihan beban ke predesesor tidak langsung, selisih 1 stasiun, di tengah lintasan
A5	Stasiun 4	Stasiun 1	Pengalihan beban ke predesesor tidak langsung, selisih 2 stasiun, di awal lintasan
A6	Stasiun 5	Stasiun 2	Pengalihan beban ke predesesor tidak langsung, selisih 2 stasiun, di tengah lintasan
A7	Stasiun 5	Stasiun 1	Pengalihan beban ke predesesor tidak langsung, selisih 3 stasiun
B1	Stasiun 1	Stasiun 2	Pengalihan beban ke suksesor langsung, di awal lintasan
B2	Stasiun 2	Stasiun 3	Pengalihan beban ke suksesor langsung, di tengah lintasan
B3	Stasiun 1	Stasiun 3	Pengalihan beban ke suksesor tidak langsung, selisih 1 stasiun, di awal lintasan
B4	Stasiun 2	Stasiun 4	Pengalihan beban ke suksesor tidak langsung, selisih 1 stasiun, di tengah lintasan
B5	Stasiun 1	Stasiun 4	Pengalihan beban ke suksesor tidak langsung, selisih 2 stasiun, di awal lintasan
B6	Stasiun 2	Stasiun 5	Pengalihan beban ke suksesor tidak langsung, selisih 2 stasiun, di tengah lintasan
B7	Stasiun 1	Stasiun 5	Pengalihan beban ke suksesor tidak langsung, selisih 3 stasiun

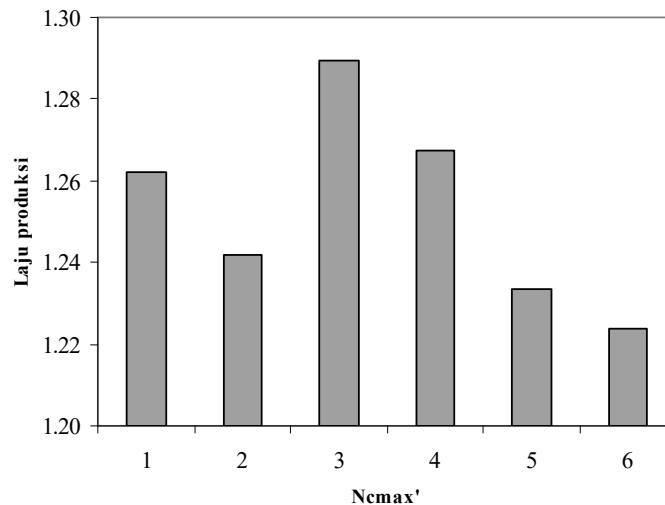
Ke-14 kasus tersebut diharapkan dapat mewakili tipe kompleksitas sistem sehingga kesimpulan yang dihasilkan dapat bersifat cukup umum. Pengelompokan kasus A dan B mewakili tipe stasiun yang diberi tambahan beban,

apakah di depan atau di belakang stasiun kendala. Nomor kasus 1 sampai dengan 7 mewakili tipe hubungan antara stasiun kendala dan non-kendala, apakah terhubung langsung atau tidak.

3.2. Data, perhitungan dengan Model KBDSSL, dan pengujian dengan simulasi

Sebagai contoh analisis akan dipakai Kasus A1. Parameter-parameter sistem awal model A1 adalah sebagai berikut: $\overline{N_c} = 1,9774$ unit; $\overline{N_n} = 2,0190$ unit; $N_{cmax} = 6$; $\overline{T_c} = 3,5$ jam; $\overline{T_n} = 1$ jam; $\overline{T_{cn}} = 1$ jam. Jika dihitung dengan model KBDSSL akan didapat nilai $N_{cmax}' = 2,6947$ atau jika dibulatkan = 3. Semua nilai parameter dan variabel adalah *mean* dari sejumlah replikasi yang cukup.

Setelah sistem awal dimodifikasi dengan memberlakukan batasan N_{cmax}' dan dilakukan simulasi ulang, dengan parameter *mean* laju produksi diperoleh nilai N_{cmax}' terbaik hasil simulasi. Untuk kasus A1 diperoleh profil hubungan antara N_{cmax}' dengan mean laju produksi seperti pada Gambar 4, dengan N_{cmax}' terbaik sebesar 3 yang memberikan *mean* laju produksi terbesar yaitu 1,2893 unit/jam.



Gambar 4. hubungan antara N_{cmax}' dengan mean laju produksi

4. Kesimpulan dan Beberapa Catatan

Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa pemanfaatan kapasitas stasiun non-kendala dapat meningkatkan laju produksi. Namun demikian, batas jumlah antrian pada stasiun kendala dari Model KBDSSL belum dapat dibuktikan sepenuhnya optimum. Oleh karena itu model tersebut masih akan dikaji lebih lanjut untuk diperbaiki dan disempurnakan.

Penerapan model ini dalam sistem nyata membutuhkan dukungan sistem kendali dan *material handling* yang memadai, agar tidak terjadi kendala baru karena hambatan dari kedua sistem tersebut.

Daftar Pustaka

1. Bartholdi, J.J. dan Eisenstein, D.D., *A Production Line That Balances Itself*. Georgia Institute of Technology, 1995.
2. Christopher, M. dan Lee, H.L., *Supply Chain Confidence: The Key to Effective Supply Chains Through Improved Visibility and Reliability*. Global Trade Management, 6, 2001.
3. Kusiak, A., *Computational Intelligence in Design and Manufacturing*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2000.
4. Lee, H.L., *Ultimate Enterprise Value Creation Using Demand-Based Management*. SGSCMF-W1, 2001.
5. Subramaniam, V., Ramesh, T., dan Raheja, A.S., *Exploiting The Flexibility of Multiple Job Routes in A Dynamic Job Shop*. Studies in Informatics and Control Journal, 11(2), 2002.

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA BEKERJA SAMA DENGAN PT. MEGA ANDALAN KALASAN

dengan ini memberi penghargaan
kepada
YOSEPHINE SUHARYANTI

atas partisipasinya sebagai
P E M A K A L A H

dalam acara
Seminar Nasional Viable Manufacturing System 2004
Peran Teknologi Industri dalam Pengembangan **"Advanced Manufacturing Technology"** Pasca Krisis
Yogyakarta, 17 Juli 2004

Direktur PT. MAK



Ir. Buntoro



Dekan FTI UII



Dr. Bachrun Soetrisno, M.Sc.